

《技術》

 ^{99m}Tc を用いた核医学検査時の術者の被曝について**—遠隔操作用ガンマカメラ台の必要性—**

山本千秋* 金子昌生**

1. はじめに

診療上の核医学検査はその件数が増加し、使用される線源の量も増加している。放射性同位元素 (RI) 使用時の術者の被曝と防護については Clayton¹⁾, Neil²⁾, Barnet³⁾, McEwan⁴⁾ および高久⁵⁾ の報告がある。

我々も核医学検査時の術者に対する被曝線量を軽減することについて研究しているが、基礎的な研究の一つとして RI 取扱い時の手指、手および身体が実際に被曝した線量を測定し、防護対策を報告して来た⁶⁾。

また、金子^{7), 8)} らは自動 RI 注入器の開発と実用化を報告して、放射線の防護対策を試みた。しかし、防護は十分と言えなかった。それゆえ、さらに金子⁹⁾ らは RI が投与された患者を取扱う場合の、遠隔操作用ガンマカメラ台を開発し実用化するにいたった。今回、我々は ^{99m}Tc が注入されたファントームをこのガンマカメラ台に置き、ファントームの表面線量と室内空間線量分布を測定した。そして、術者の被曝線量について検討したので報告する。なお、この種の遠隔操作用ガンマカメラ台を用いた被曝線量軽減に関する報告は、この報告のはかにみあたらなかった。

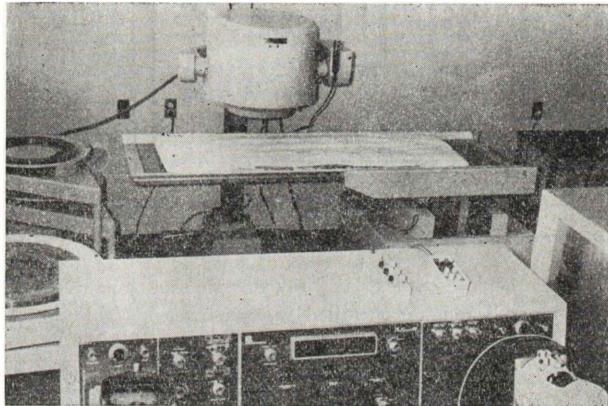


Fig. 1 Scinticamera and remote-controlled gamma imaging table installed in the examination room.

2. 線量測定の方法と結果

遠隔操作用ガンマカメラ台は検査室内に、ガンマカメラに接して置かれている (Fig. 1)。このガンマカメラ台は遠隔距離 (ガンマカメラから 3 メートルの位置) で操作される。患者は遠隔操作用ガンマカメラ台が Fig. 2 の位置にあるとき乗降する。検査時はこの位置から 90 度水平に回転させてガンマカメラの下に移動する (Fig. 3.)。

線量分布は人体等身のファントーム^{*1} (千代田保安用品 KK 製) を用い、肝に $^{99m}\text{Tc} 70\text{mCi}$ 注入して遠隔操作用ガンマカメラ台に乗せた。この台を Fig. 2 と Fig. 3 の各々の位置の場合について室内線量分布を測定した。

測定器は、電離箱形サーベイメータ (ALOKA)

*1) 千代田式 RI スキャニング用ファントーム

* 名古屋大学医学部附属診療放射線技師学校
** 浜松医科大学放射線医学教室

受付：50年9月17日

採用：51年1月29日

別刷請求先：名古屋市昭和区鶴舞町65番地 (〒466)

名古屋大学医学部付属診療放射線

技師学校 山本千秋

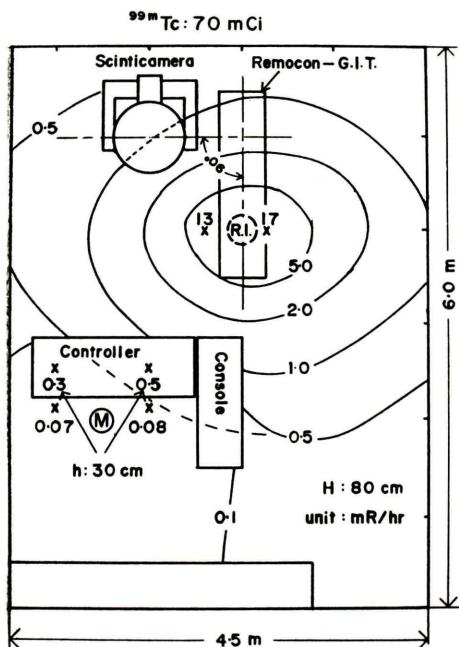


Fig. 2 Isodose curves for γ -ray distribution around the remote-controlled gamma imaging table at the position of patient's getting on or off.

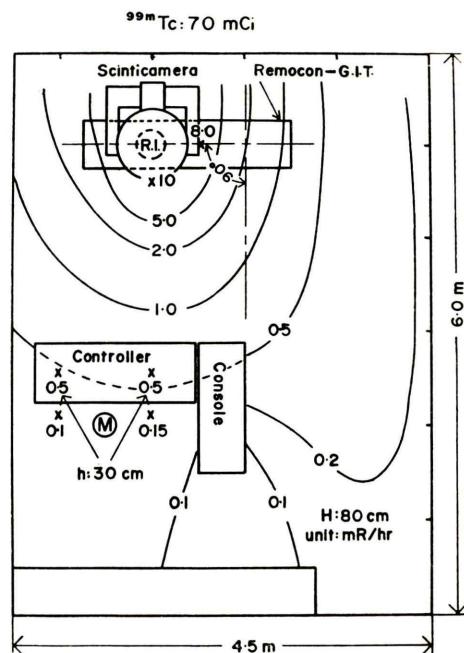


Fig. 3 Isodose curves for γ -ray distribution around the remote-controlled gamma imaging table during the examination.

ICS-101形)を使った。測定位置は床から80センチメートルの高さで、50~100センチメートルの間隔で測定した。

また、ファントームの表面線量を測定するには、熱蛍光線量計(TLD-1200形)^{10),11)}を使い、ファントーム表面に貼布して積算線量を測定した。検出器の素子は $Mg_2SiO_4 : Tb$ をガラスカプセルに封入したもの50個用いた。この素子の精度は、標準偏差が $\pm 9.2\%$ (素子相互と1個のくり返し使用との標準偏差を含む) であった。

今回使用された線量計のよみ値はラドコン線量計II形(検出器1MA型)を基準線量計として、これに校正された。

1) 検査室内的線量分布

測定結果はFig. 2とFig. 3であった。同じ線源であっても、遠隔操作用ガンマカメラ台の位置によって、線量分布も異った。この台の側端では17mR/hr、ファントーム内の肝から1メートルの位置は3mR/hrであった。また、ファントーム

がFig. 2とFig. 3のいずれの位置に置かれた場合にも、コントローラの後方M印の位置(ガンマカメラから3メートル)は0.15mR/hr以下であった。

2) ファントームの表面線量

TLDの素子を黒紙に包んで(可視光線による影響を防ぐため)ファントーム表面に貼布した。肝に線源を注入して1時間の積算線量はFig.4に示すごとくであった。即ち、腹部の正面は230mR、右側面は240mR、左側面は180mRおよび背後は160mRであった。また、下腹部は85mRと胸部は26mRであった。

3. 考 指

放射線からの被曝を防ぐためには、線源からの距離を大きくする、線源の取扱い時間を短くする、および線源からの放射線のしゃへいを十分にするなどが必要な要件である。

遠隔操作用ガンマカメラ台はRIを注入した患

者からの距離を大きくすることによる防護対策である。一般に、この種の検査台は手動用に作製されているから、RIを注入した患者を取扱う術者は線源からの距離がほぼ1メートル以内の近距離で作業すると思われるので、患者（線源）からの被曝を受けると考えられる距離はこの範囲である。一方、この遠隔操作装置を用いる場合の術者の被曝は、用いない場合に比べ軽減される。

今回の実験は、実際にどの程度の被曝線量になるかを知るために行った。そして、測定結果から検査の1件当たり^{99m}Tcの使用量を10mCiとし、これが肝に集中したとして、術者の被曝を検討した（なお実測値は照射線量である。ここでは1mR=1m remとして被曝を考察した）。

1) 室内線量分布から術者の被曝について

手動のガンマカメラ台が使われる場合は、患者と接近した距離〔線源（肝）の位置から1メートルまたはこれ以内〕で、ガンマカメラ検査に対する作業が行なわれると考えられる。また、この場合、患者の位置をきめる所要時間は平均3分間とした。このように操作作業を限定すると、実測値からすると術者は3分間に0.22 mremの被曝と計算された。1件の検査全所要時間を平均5分間とするとき、この種の検査が連続的に行われるすれば、術者は2.6 mrem/hrの被曝を受ける計算になる。これは、術者の最大許容被曝線量^{*2}

【作業従事者が常時立ち入る場所での被曝は1週間の就業時間（48時間）当たり100 mrem、即ち、1時間当たり2.3 mrem】の1.1倍、またはこれ以上と計算された。

次に、遠隔操作ガンマカメラ台が使われる場合は、ガンマカメラより3メートルの位置（Fig. 2, Fig. 3 のM）で操作される。術者は常時この場所に滞在して作業すると仮定して（1時間当たり0.15 mrem以下と測定したから）、最大許容被曝線量の0.07倍と計算された。

2) ファントーム表面線量から術者の手の被曝について

手動のガンマカメラ台が使用される場合、患者

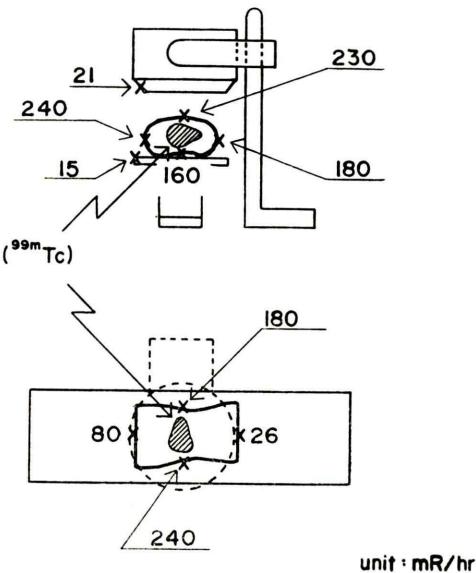


Fig. 4 Surface dose of phantom containing ^{99m}Tc 70 mCi in the liver.

の位置をきめるには、術者の手によって行われる。ファントーム表面線量が手に被曝するとして、ここでの作業時間中、実際に手が患者と接触している時間を2分間とすれば、測定値から0.12 mremの被曝と計算された。1)の場合のように、1件の検査当たり所要時間を5分間とするとき、1時間当たり手の被曝は9.6 mremと計算された。この値は手の最大許容被曝線量^{*1}の0.32倍であった。

以上、1)と2)の場合のように考察をしたが、特に1)の手動操作の場合は、線源（RI注入された患者）と術者の距離は近距離にあって、両者は動的関係にあることから実際の場合は山本^⑨らの報告のように、今回の計算値よりも大きい被曝線量と推定される。

RIが注入された患者の検査には、患者取扱い距離を大きく、そして短時間に行なうことも大切である。この原則を実際に行なうための遠隔操作用ガンマカメラ台は、術者の被曝を防ぐために必要と考察した。

なお、患者の位置をきめる際オッショグラフ上で目的とする臓器を観察し、患者の整位を行い得る場合には、遠隔操作による微動調整も可能で全

^{*2} 科学技術広告示第22号第5条

体として時間短縮に役立ち、より正確なイメージングに有用であることもわかった。

4. 要 約

手動操作用に作製されている核医学検査のガンマカメラ台は RI を注入された患者の取扱いには、術者はその患者と接近しなくてはならない。このための被曝線量を軽減させる対策として、遠隔操作用のガンマカメラ台が作製された。今回、この装置を使用して術者の被曝を検討した。

1) 手動操作の場合に比して、遠隔操作用のガンマカメラ台を使用した場合、術者の被曝は4分の1の線量であった。この被曝線量を最大許容被曝線量と比較する時、手動操作では1.1倍、遠隔操作では0.07倍。従って、この遠隔操作用ガンマカメラ台の必要性があった。

2) 術者の手の被曝については、手動操作の場合であっても最大許容被曝線量の0.3倍であった。

3) 遠隔操作用ガンマカメラ台は患者を安全に正確な位置へ扱うためにも必要性があった。

(本論文の要旨は昭和47年10月2日第12回日本核医学会総会(京都)及び昭和49年10月3日第1回世界核医学会(東京)に於いて発表した。)

文 献

- 1) Clayton R S, Whiti J E, Breden M et al: Skin exposure from handling syringes containing radioactive isotopes. Am J Roentgenol **105**: 897-899 (1976)
- 2) Neil C M: The question of radiation exposure to the hand from handling ^{99m}Tc , J Nucl Med **10**: 732-734 (1969)
- 3) Barnett H D, Harris C C : A means of reducing radiation exposure from Technetium generator operations. J Nucl Med **11**: 180-181 (1970)
- 4) McEwan A C : Radiation dose in the handling of short-lived radionuclides. Brit J Radiol **42**: 396-396 (1969)
- 5) 高久裕治, 木田利之: 放射性物質注射時における指の皮膚被曝線量について, 臨床放射線 **16**: 814-816 (1972)
- 6) 山本千秋, 渡辺道子, 古賀佑彦, 他: ^{99m}Tc 使用時の RI 検査室放射線線量率および術者の被曝線量の実測値, Radioisotopes **21**: 309-311 (1972)
- 7) 金子昌生, 山本千秋, 渡辺道子: ^{99m}Tc 用自動 RI 注入装置のしゃへいと使用時の術者の被曝線量, Radioisotopes, **22**: 201-203 (1972)
- 8) 金子昌生, 渡辺道子, 山本千秋, 他: 核医学検査の検者被曝を少なくする試み, Radioisotopes **21**: 312-313 (1972)
- 9) 金子昌生, 福富斌夫, 牧野純夫: 核医学検査時における検者被曝を減少させる方法, 日本医学会誌 **32** (臨時増刊号): 32-32 (1972)
- 10) Hashizume T, Kato Y, Nakajima T et al : A new thermo luminescence dosimeter of high sensitivity using a magnesium silicate phosphor. In Advances in Physical and Biological Radiation Detectors, 1971, Vienna, International Atomic Energy Agency.
- 11) 山本千秋, 古賀佑彦: 热螢光線量計($\text{Mg}_2\text{SiO}_4:\text{Tb}$, $\text{MgB}_4\text{O}_7:\text{Tb}$)の特性と臨床的応用, 臨床放射線(投稿中)